

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-041455

(43)Date of publication of application : 13.02.1996

(51)Int.Cl.

C09K 17/06
B01F 3/12
B28C 1/04
C04B 7/24
C04B 7/34
C09K 17/10
E02D 3/12
// C09K103:00

(21)Application number : 06-178750

(71)Applicant : JAPAN FOUND ENG CO LTD
NISHIMATSU CONSTR CO LTD

(22)Date of filing : 29.07.1994

(72)Inventor : TERADO YASUTAKA
TERAMOTO KATSUZO
MATSUI KENICHI
HARADA KOJI

(54) PRODUCTION OF ULTRAFINE SLURRY HAVING HIGHLY DISPERSED AND LOW
VISCIOUS STATE AND METHOD FOR SOLIDIFYING GROUND BY POURING THE ULTRAFINE
SLURRY

(57)Abstract:

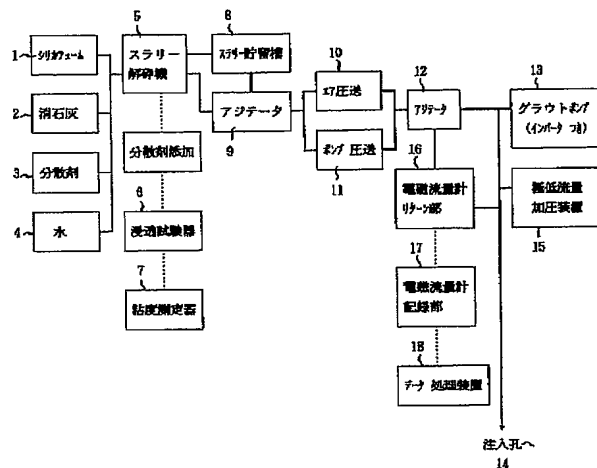
PURPOSE: To surely obtain the slurry excellent in penetration and accordingly capable of exhibiting excellent penetrating performance into very small crackings, etc., when poured into the ground for improving water-barrier effect, etc., of the ground by disintegrating and stirring the mixture of an ultrafine particle material, a dispersant and water by a disintegrator.

CONSTITUTION: This slurry is obtained by disintegrating an ultrafine particle material into a nearly primary particle state when the ultrafine particle material (e.g. silica fume and slaked lime), a dispersant and water are mixed. Further, after the ultrafine particle material, water and 0.5wt.% of ethylene glycol or amine dispersant are disintegrated and stirred with a disintegrator, a melamine-, a polycarboxylic acid- or lignin-based dispersant is preferably added at the final stage in an amount of 3-4wt.% because this enables the improvement of disintegration efficacy. An example of the disintegrator includes a stirring- type ball mill, etc. Disintegration time is selected from a range from 30min to 5hr depending on particle characteristics.

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成8年(1996)2月13日

[最終頁に続く](#)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 超微粒子材料と分散剤と水とを混合して高分散化低粘性超微粒子スラリーを製造するに当たり、超微粒子材料を解砕し攪拌することを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法。

【請求項2】 粉体の超微粒子材料と水と分散剤とを混合して高分散化低粘性超微粒子スラリーを製造するに当たり、超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法。

【請求項3】 粉体の超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌した第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーと、第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーの微粒子材料と異なる粉体の超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌した第2の高分散化低粘性超微粒子スラリーとを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法。

【請求項4】 粉体の超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌した第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーと、第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーの超微粒子材料と異なる粉体の超微粒子材料と水とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法。

【請求項5】 粉体の超微粒子材料と分散剤と水とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法。

【請求項6】 請求項1ないし5の何れかの項において、超微粒子材料が、シリカフェームおよび／または消石灰であることを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法。

【請求項7】 請求項1ないし6の何れかの項で製造された高分散化低粘性超微粒子スラリーを、地盤中に注入することを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーを用いた地盤注入方法。

【請求項8】 請求項1ないし6の何れかの項で製造された高分散化低粘性超微粒子スラリーを、地盤中に注入するに当たり、高分散化低粘性超微粒子スラリーの粘度分布又は浸透性を管理することを特徴とする高分散化低粘性超微粒子スラリーを用いた地盤注入方法。

【請求項9】 開閉自在な筒体と、この筒体内の底部側

に取り付けられる有孔板と、この有孔板上に載置されるふるいと、筒体の底部に設けられた弁付きの排出管と、筒体の上部側から挿入される有孔板付きロッドとを備え、ふるいと有孔板付きロッドの有孔板間に試料を充填する層を形成し、筒体の上部側から水またはスラリーを注入するように構成したことを特徴とする浸透試験装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超微粒子材料を原材料とする分散化された浸透性に優れた高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法、およびこの製造方法で得られた高分散化低粘性超微粒子スラリーを用いて水資源、ウォーターフロント、大深度地下等の開発に伴う基礎地盤の遮水性、固密性、変形性等を改善するための地盤注入方法、並びに高分散化低粘性超微粒子スラリーの浸透性を測定する浸透試験装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】水資源、ウォーターフロント、大深度地下等の開発に伴う構造物基礎あるいは周辺の地盤注入において、改良の難度が高くしばしば改良が不十分になるという点で共通した対象地盤・地質は未固結～低固結の砂質地盤あるいは基礎地盤中に挟在する砂質土層である。

【0003】また、大深度地下岩盤の亀裂は大きな上載荷重によって開口幅が概してマイクロメートルに近いオーダーにあるため、通常の亀裂とは異なった性状をもち、砂質地盤の間隙への注入と同等の難度を示す。

【0004】対象地盤・地質が未固結の砂質地盤や砂質土層の懸濁型グラウトの注入においては、浸透できる条件として一般に次の式が適用されている。

$$D15/G85 \geq 15 \cdots \cdots 1)$$

$$D10/G95 \geq 8 \cdots \cdots 2)$$

ここに、D15、D10は、対象土の粒径加積曲線の15%、10%径を表す。

【0005】G85、G95は、グラウトの粒径加積曲線の85%、95%径を表す。上記1)、2)式の左辺の項をグラウタビリティ比と称している。浸透するためには両式を満足することが必要である。

【0006】また、亀裂性岩盤の注入においても、上式の対象土の粒径を開口幅に置き換えたときの値が概して上式を満足することが必要である。この浸透条件を満足するためには材料の粒子性が要求される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の注入材料を見ると、浸透性の上からは溶液型が適し、薬害防止のための規制に係わる「暫定指針」で使用が認められる水ガラス系の薬液は、地盤への浸透注入にかなり有効である。

【0008】しかし、水ガラス系の薬液は、溶脱という水ガラスの化学特性に起因して長期安定性に問題があ

り、長期間における体積の収縮を避けることは難しく、恒久的用途には向かない。

【0009】その後開発された恒久型水ガラス系グラウトについても水ガラスを原材料にすることから、改善はみられるものの無機系材料ほどの恒久性はない。そのため、無機系超微粒子材料である超微粒子、セメントベントナイト、カオリン、アスファルト乳剤等を恒久あるいは恒久的超微粒子材料として使用する例が見られている。

【0010】また、最近開発された超微粒子の非晶質シリカであるシリカフェウムとこの反応材、例えば消石灰、の混合グラウトがいわゆる恒久型水ガラス系グラウトに代わる恒久型無機系超微粒子懸濁型グラウトとして注目されている。

【0011】しかし、これらの超微粒子グラウトに共通する大きな問題は凝集による粒子の粗大化が避けられないということである。一次粒子（粉体）の粒径がマイクロメートル大の超微粒であればあるほど比表面積が大きいので、水と混ぜてスラリーにした場合、粒子間に強い凝集力が働き粒子の凝集が発生する。

【0012】そのため、実際に注入する直前のグラウトスラリーの凝集粒子は数十倍から数百倍に拡大し、粒径は数十から百マイクロメートル大になっている。この凝集粒子の粒径から試算される実際のグラウタビリティ比は一次粒子径から試算されるグラウタビリティ比よりかなり小さくなるため、前記の浸透条件が満足されず浸透注入が果たされなくなる。

【0013】そのため、結果的には局所的な水圧破碎（ハイドロフラクチャリング）が発生し、割裂あるいは変位注入が助長され、マス地盤の透水性および強度面の改良が不十分となる。そこで、効果を補足するため更にきめ細かな孔間隔と注入区間が必要となり、結果的に工費の増大をもたらしている。

【0014】前記の超微粒子グラウトに共通した問題である凝集と凝集を解砕等によって一次粒子まで分散させる過程については次のように説明される。（一次）粒子が小さいと単位体積中の粒子の個数が多いので、ブラウン運動で粒子同士の衝突・合体が頻繁に起こり、粒子（凝集粒子）は成長して粗大化する傾向があり、これを凝集という。

【0015】凝集の程度は帯電による粒子間の電気的な反発力（エネルギー障壁）や粒子間の静力学的相互作用に依存する。エネルギー障壁は粒径に比例して小さくなるので、超微粒子では強い凝集体ができる。

【0016】凝集粒子をほぐして一次粒子にばらばらにする操作を解砕といい、この現象を分散という。分散を図るには強度の弱い凝集体にすることと外力を加えて凝集粒子をほぐすことが必要である。

【0017】凝集体の分散方法として最も直接的に力学的な力を与える方法である物理的分散方法と電気的・化

学的に凝集の発生しにくい状態をつくり出す電気的・化学的分散方法がある。

【0018】従来の注入では電気的・化学的分散方法として分散剤が添加され、物理的分散方法としてミキサーによる混合攪拌が行われる。ミキサーは分散プラント方式では回転数が150～160rpmあるいは500～600rpmのパドル（羽根）ミキサーが通常使われる。

【0019】自動化中央プラント方式では1500rpm以上の高速回転数で渦流とせん断力を生じさせるタイプのコロイダルミキサーがしばしば使われる。分散能力はパドルミキサーよりもコロイダルミキサーの方が格段とよく、10 μ mオーダーの粒径の材料まではコロイダルミキサーで十分であるが、これ以下の粒径の微粒子材料では分散能力に限界があり、回転数の増高だけでは凝集粒子の残留は避けられなかった。

【0020】そこで、本発明者は鋭意研究の結果、微粒子～超微粒子材料を浸透性のよい材料に活用するためには、スラリーにしたときの凝集化粒子を解きほぐし一次粒子に近くなるまで分散化することが必要であることを検知した。

【0021】このためにはグラウチングの混合攪拌の過程において、従来の回転だけの攪拌方式でなく、ボール（ビーズ）を媒体にしてスラリーをミキサーで攪拌する解砕方式を物理的・機械的分散方法に適用し、これに分散剤添加による電気的・化学的分散方法を併用することで解決され、これにより一次粒子に近い高分散化低粘性超微粒子グラウトが作成されることが確認された。

【0022】一方、砂質地盤やこの間隙に近似した微小開口幅をもつ亀裂に対しグラウトを効率的に注入させるためには、グラウタビリティ比において実際の粒径となる注入直前のグラウトスラリーの粒度を実際に管理し確認できる手順を注入システムに組み入れることが重要であることも知得した。

【0023】本発明はこのような従来の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、シリカフェウム、消石灰等の超微粒子材料を原材料にし、浸透性にすぐれた高分散化低粘性超微粒子スラリーを確実に作成することにある。

【0024】本発明の別の目的は、シリカフェウム、消石灰等の超微粒子材料を原材料にし、浸透性にすぐれた高分散化低粘性超微粒子スラリーを、その性状を的確な手法で管理・確認しながら注入することによって、微小亀裂や微小間隙への注入効果を飛躍的に向上させることにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、超微粒子材料と分散剤と水とを混合して高分散化低粘性超微粒子スラリーを製造するに当たり、超微粒子材料を解砕し攪拌するものである。

【0026】請求項2の発明は、粉体の超微粒子材料と

水と分散剤とを混合して高分散化低粘性超微粒子スラリーを製造するに当たり、超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌するものである。

【0027】請求項3の発明は、粉体の超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌した第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーと、第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーの超微粒子材料と異なる粉体の超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌した第2の高分散化低粘性超微粒子スラリーとを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌するものである。

【0028】請求項4の発明は、粉体の超微粒子材料に水と分散剤とを添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌した第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーと、第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーの超微粒子材料と異なる粉体の超微粒子材料と水とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌するものである。

【0029】請求項5の発明は、粉体の超微粒子材料と水とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌するものである。請求項6の発明は、請求項1ないし5の何れかの項において、超微粒子材料が、シリカフェームおよび／または消石灰であるものである。

【0030】請求項7の発明は、請求項1ないし6の何れかの項で製造された高分散化低粘性超微粒子スラリーを、地盤中に注入するものである。請求項8の発明は、請求項1ないし6の何れかの項で製造された高分散化低粘性超微粒子スラリーを、地盤中に注入するに当たり、高分散化低粘性超微粒子スラリーの粘度分布又は浸透性を管理するものである。

【0031】請求項9の発明は、開閉自在な筒体と、この筒体内の底部側に取り付けられる有孔板と、この有孔板上に載置されるふるいと、筒体の底部に設けられた弁付きの排出管と、筒体の上部側から挿入される有孔板付きロッドとを備え、ふるいと有孔板付きロッドの有孔板間に試料を充填する層を形成し、筒体の上部側から水またはスラリーを注入するように構成したものである。

【0032】

【作用】請求項1および6の発明においては、超微粒子材料の混合攪拌に関し従来の混合攪拌システムに解砕の概念を導入し、解砕機を取り入れることにより、超微粒子材料の解砕によって高分散化超微粒子スラリーを作成することができる。

【0033】この際、分散剤が添加されるので、粘性の

調整と解砕効率性の向上を図ることができる。ここで、超微粒子材料は、一次粒子の平均粒径がほぼ $10\mu\text{m}$ 以下、ブレン値がほぼ5000以上の材料をいう。粒子が細かいため、凝集によって粗大な凝集粒子になりやすい性質がある。

【0034】また、超微粒子材料は、単独または複数のものが用いられる場合がある。さらに、その配合については、例えば超微粒子材料が粉体の消石灰とシリカフェームの場合、消石灰とシリカフェームと水の混合スラリーでは、水／（消石灰とシリカフェーム）＝2～5、消石灰／シリカフェーム＝0.3～2の範囲にある。混合物のホモゲルの強度は4週強度で $5\sim 50\text{Kg/cm}^2$ にある。

【0035】また、解砕攪拌は解砕機（粉碎機でもよい）を使用する。解砕機は、スラリー中の凝集粒子を解砕エネルギーで解きほぐし、一次粒子に近い粒径まで分散させる機能を有する。

【0036】解砕による粒子の微粒子化～超微粒子化は、解砕の際に使用するボールの材質、使用量および粒径、解砕機の型式、回転数および解砕時間等に依存する。ボールの材質は鋼球、ガラス玉、セラミックボール等があり、解砕力は重いボールほど大きい。

【0037】解砕機の回転数が大きいほど、解砕時間が長いほど分散化（凝集粒子の超微粒子化）能力が高く、粒径の偏差も小さくなる。また、解砕機においては凝集粒子の超微粒子化とともに粘性が増大する傾向にあるため、粘性の調整と解砕効率向上のため前添加に適した分散剤を少量添加し、解砕後は後添加に適した分散剤を適量添加することにより作成したスラリーの性状が維持できる。

【0038】解砕時間は粒度特性によって30分から5時間の間で選択される。請求項2および6の発明においては、分散剤を超微粒子材料の解砕の前段階と後段階に分けて添加することによって、解砕機による超微粒子材料の解砕効率性の向上を図ることができる。

【0039】解砕攪拌と分散剤添加の基本的手順については、粉体と水と分散剤を解砕機で解砕し攪拌し、解砕の終了段階で再度分散剤を添加する。最初の添加を前添加、最後の添加を後添加という。前添加にはエチレンジアミン系またはアミン系の分散剤を0.5重量%前後、後添加にはメラミン系、ポリカルボン酸系またはリグニン系の分散剤を3～4重量%添加する。

【0040】請求項3および6の発明においては、2種類の粉体の超微粒子材料を用いた高分散化超微粒子スラリーを作成するに当たり、先ず、別々に第1の高分散化超微粒子スラリーと第2の高分散化超微粒子スラリーを作成し、次に、両者を混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌して、高分散化超微粒子スラリーを作成することができる。

【0041】ここで、第1の高分散化超微粒子スラリーは、次のように作成する。一方の粉体の超微粒子材料と水と分散剤とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することによって作成する。

【0042】第2の高分散化超微粒子スラリーは、次のように作成する。第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーの超微粒子材料と異なる他方の粉体の超微粒子材料と水と分散剤とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することによって作成する。

【0043】請求項4および6の発明においては、先ず、粉体の超微粒子材料と水と分散剤とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌して第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーを作成する。次に、第1の高分散化低粘性超微粒子スラリーの超微粒子材料と異なる粉体の超微粒子材料と水とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、さらに分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することによって高分散化低粘性超微粒子スラリーを作成することができる。

【0044】請求項5および6の発明においては、粉体の超微粒子材料と水とを混合し、超微粒子材料を解砕し攪拌し、分散剤を添加し、超微粒子材料を解砕し攪拌することによって高分散化低粘性超微粒子スラリーを作成することができる。

【0045】請求項7の発明においては、請求項1ないし6の何れかの項で製造された高分散化低粘性超微粒子スラリーを、地盤中に注入することによって、水資源開発施設のダム、堰、調整池等の建設に伴う基礎処理（グラウチング）において、従来の技術では懸濁型グラウトが注入されにくい砂質地盤、ヘアクラック質風化岩盤等への注入が可能となり、基礎の浸透流に対する安全性を十分確保すること、ウォーターフロント開発に伴う石油タンク、天然ガスタンク等の可燃物貯蔵施設の築造あるいは基礎の補修において細砂地盤の注入によって地盤を恒久的に固化して地震時の液状化防止を図ること、石油ガス、天然ガス等の地下備蓄、中～高レベルの放射性廃棄物の地層処分等、大深度地下等の開発に伴うグラウチングにおいて、大きな上載荷重を受け開口幅や間隙が極めて小さい岩盤の注入によって地山あるいは天然バリアの遮水性の改良あるいは維持を図ること等ができる。

【0046】請求項8の発明においては、地盤中に注入するに当たり、高分散化低粘性超微粒子スラリーの粘度分布又は浸透性を管理するものである。出来上がったスラリーの性状、ここでは浸透性と粘性を確認するため、浸透試験器と粘度測定器を使用する。

【0047】浸透試験器は、凝集粒子の粒度分析装置に代わるものとして安価で実用的な装置である。これにより簡易に迅速に浸透性を測り、スラリーの出来上がり性

状を判定する器具である。

【0048】一方、粘性の測定は市販の回転粘度計を用いて行う。請求項9の発明においては、先ず、筒体内にふるいと有孔板付きロッドの有孔板間に形成される充填層に試料を充填する。この充填時に乾燥重量を計量しておく。最初に水を注ぎ、安定した時点で試料の実際の高さと通過時間を測定する。これによって試料の乾燥密度、浸透速度および透水係数が求められる。

【0049】次に、使用するグラウトスラリーの浸透試験を同様に行う。ただし、試験時は排出管の下部に容器を置き、水あるいはグラウトスラリーを超流させた状態で浸透試験を行い、任意の時間における試験水頭はこの超流面を基準面にした水頭差で表す。

【0050】

【実施例】以下、本発明の実施例を詳述する。図1は請求項8に係る高分散化低粘性超微粒子スラリーを用いた地盤注入方法の一実施例を示す。

【0051】この実施例では、シリカフェームと消石灰を原材料にして高分散化低粘性超微粒子スラリーを作成し、粒度分布および浸透性（グラウタビリティ比）を管理し注入する一例を示す。

【0052】先ず、原材料のシリカフェーム1、消石灰2、分散剤（エチレングリコール系、ポリカルボン酸系、メラミン系、リグニン系等）3および水4を用い、解砕機（攪拌型ボールミル）5によって所要の配合において要求される規格の高分散化低粘性超微粒子スラリーを作成した。

【0053】粘性の調整および出来上がった高分散化低粘性超微粒子スラリーの性状を維持させるため、適量の分散剤3を添加（前・後）した。要求される規格の高分散化低粘性超微粒子スラリーの出来上がりの確認を浸透試験器6と粘度測定器7の両方の測定を行った。

【0054】作成した高分散化低粘性超微粒子スラリーはスラリー貯留槽8に一時ストックする。サブプラントの高分散化低粘性超微粒子スラリーの必要量に応じスラリー貯留槽8の高分散化低粘性超微粒子スラリーをアジテータ9に送り、ここからエア圧送10ないしポンプ圧送11でサブプラントのアジテータ12に供給する。アジテータは高分散化低粘性超微粒子スラリーの性状が変化しないように高分散化低粘性超微粒子スラリーを攪拌（アジテート）する機械である。ここでは連続でなく適宜攪拌した。

【0055】注入量が比較的少ない場合は、スラリー貯留槽8を経由せず、解砕機5によって作成した高分散化低粘性超微粒子スラリーを直接にアジテータ9に送った。サブプラントのアジテータ12からグラウトをグラウトポンプ（インバータつき）13によって注入孔14に送り、対象地盤に注入した。注入速度が極低流量の場合には極低流量加圧装置15を使用する。

【0056】流量と注入圧力の制御および記録は電磁流

量計リターン部16と記録部17で行い、データ処理はデータ処理装置18で行う。図2～図5は請求項9に係るグラウトの浸透性（グラウタビリティ）を測定する浸透試験装置の一例を示す。

【0057】21は2つ割部材21A、21Bからなるアクリル樹脂製の筒体であり、内径50mm、長さ350mmの形状を有する。2つ割部材21Aにはパチン錠の受け部22が設けられ、両側部に水が洩れないようにパッキング23が取り付けられている。

【0058】2つ割部材21Bにはパチン錠の掛け部24が設けられている。2つ割部材21A、21Bは蝶番25によって連結され、蝶番25を中心に図3に示すように開閉するようになっている。

【0059】この筒体21内の底部26側には有孔板29が取り付けられる。この有孔板29上にはふるい30が載置される。有孔板29とふるい30の規格は筒体21に詰めた試料40が流出しないようにまた、反対に目詰まりしないよう、数種類のタイプが選べるようにしている。

【0060】試料40は汎用的にグラウタビリティ比が判断できるように、標準砂、珪砂等の標準的試料を選択する。また、筒体21の底部26には弁（コック）28付きの排出管27が設けられる。

【0061】さらに、筒体21の上部側には有孔板32付きロッド31が挿入される。この有孔板32付きロッド31は筒体21に投入した試料40の上面を均すためのものである。この有孔板32付きロッド31の周囲にはロート33が配される。

【0062】このようにして、この浸透試験装置では、ふるい30と有孔板32付きロッド31の有孔板32間に試料40を充填する充填層41を形成する。そして、筒体21の上部側からスラリー42を注入するように構成されている。

【0063】図2ないし図5に示す浸透試験装置を用いた浸透試験は次のような手順で行う。まず、図2に示す浸透試験装置において、筒体21の上部側の有孔板32付きロッド31およびロート33を取り除いた状態で、試料40を充填層41に投入する。ここで、充填層41の高は15cm程度とした。この充填層41の高さは適宜設定することができる。その後、筒体21の上部側に有孔板32付きロッド31およびロート33を取り付け、有孔板32付きロッド31で充填層41に投入した試料40の上面を均す。

【0064】ここで、充填層41に投入する試料40

は、投入するとき乾燥重量を計量しておく。次いで、筒体21の上部側からロート33を介して水（被試験体）42を注ぎ、安定した時点で試料40の実際の高さと通過時間を測定する。これによって試料40の乾燥密度、浸透速度および透水係数が求められる。

【0065】次に、使用するグラウトスラリーの浸透試験を同様にを行う。これは、水（被試験体）42と同様にロート33を介して対象のスラリーを注ぎ込む。

【0066】ただし、試験時は排水管27の下部に容器を置き、水あるいはグラウトスラリーを超流させた状態で浸透試験を行い、任意の時間における試験水頭はこの超流面を基準面にした水頭差で表す（変水位法）。

【0067】なお、この試験は、対象スラリー毎に行われる。表1は図2ないし図5に示す浸透試験装置を使用し各種注入材料（スラリー）の浸透試験を実施した結果の一例である。

【0068】同表の浸透率は試料長に対する実際の浸透長の比率を表す。同表のシリカライム（1）～（3）は本発明に係わる混合物の材料であり、これの配合は消石灰、シリカフューム、水との関係で、消石灰／シリカフューム＝1、水／（消石灰＋シリカフューム）＝3および4であった。同表の材料の粒径（50%、85%、95%粒径）はスラリーにしたときの凝集現象下の実際の粒径であり、レーザー回折／散乱式粒度分析装置で測定したものである。

【0069】解砕は攪拌型ボールミルによって行い、分散剤はエチレングリコール系、ポリカルボン酸系、メラミン系、リグニン系等の分散剤を使用した。結果は、表1に示されるように概して一次粒子の粒径が小さいほどスラリーにしたときの粒径は凝集のため大きくなっており、解砕および分散剤添加の効果によってスラリー凝集粒子径の超微粒子化とグラウタビリティ比の改善・増高、ひいては浸透率の向上がもたらされることが確認された。

【0070】浸透性と粒径との関係をみる場合、一次粒子の粒径では過大評価するおそれがあり、スラリー時の凝集粒子径に着目する必要がある。浸透率は平均凝集粒子径が1μm程度以下、凝集粒径グラウタビリティ比Aが1.4程度以上、凝集粒径グラウタビリティ比Bが1.0程度以上で100%になる。

【0071】また、スラリーの粘性係数は10cP程度以下であることが必要と判断される。

【0072】

【表1】

10

20

30

40

注入材料(スラリー)	水 比	粘性係数 cP	一次粒子 平均粒径 μm	平均凝集 粒子径 μm	凝集粒径の分散性比		浸透率
					A	B	
普通砂(ラウンド)	1000 %	1.5~2	20~25	40~70	1~2	1~8	0 %
コロイド	600 %	1.5~2	8~10	15~20	2~9	7~8	5 ± %
超微粒子	400 %	4 ~6	3~4	4~10	12~18	7~12	100 %
ベントナイト	1000 %	40~200	1~2	5~30	2~10	2~6	5 ± %
シリカライム(1)	400 %	10±	0.10	9~11	8~10	5~7	30~50 %
シリカライム(2)	300 %	5~7	0.10	3~4	12.7	7~9	30~60 %
シリカライム(3)	400 %	10±	0.10	0.5~1	40~55	20~25	100 %

注-1) 分散剤・界面活性剤添加率 :2 ~5% 注-2) 注入対象試料: 標準砂

注-3) 解砕には攪拌型ボールミル使用。

注-4) $A = D_{10}/G_{95}$, $B = D_{10}/G_{95}$ (記号は本文注(1)式参照)

【0073】上記実施例では、請求項8に係る地盤注入方法について説明したが、図6に示すように、高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法および高分散化低粘性超微粒子スラリーを用いた地盤注入方法を構成することができる。

【0074】図6の(イ)に示す単体スラリーには、ケース1)とケース2)がある。単体スラリーのケース1)は、超微粒子として粉体の消石灰を用いた場合である(請求項1, 2)。

【0075】単体スラリーのケース2)は、超微粒子として粉体のシリカフェウムを用いた場合である(請求項1, 2)。一方、図6の(ロ)に示す混合スラリーには、ケース1)ないしケース5)がある。

【0076】混合スラリーのケース1)は、単体スラリーのケース1)とケース2)のスラリーを混合したものである(請求項3)。混合スラリーのケース2)は、単体スラリーのケース1)と粉体のシリカフェウムを混合したものである(請求項4)。

【0077】混合スラリーのケース3)は、単体スラリーのケース2)と粉体の消石灰を混合したものである(請求項4)。混合スラリーのケース4)は、粉体の消石灰と粉体のシリカフェウムと分散剤と水とを混合し、消石灰およびシリカフェウムを解砕し攪拌し、分散剤を添加し、消石灰およびシリカフェウムを解砕し攪拌するものである(請求項5)。

【0078】また、請求項7に記載するように、請求項1ないし5で製造された高分散化低粘性超微粒子スラリーをそのまま地盤中に注入することもできる。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし6

の発明によれば、超微粒子材料を水と分散剤との混合に際し、原材料の超微粒子材料を解砕し攪拌するため、スラリーにしたときの凝集化粒子を解きほぐし一次粒子に近くなるまで分散化することが可能となり、浸透性にすぐれた高分散化低粘性超微粒子スラリーを作成することができる。

【0080】請求項7によれば、請求項1ないし5で作成された高分散化低粘性超微粒子スラリーを、注入材料(グラウト)にした注入工法を適用することにより、水資源開発施設のダム、堰、調整池等の建設に伴う基礎処理(グラウチング)において、従来の技術では懸濁型グラウトが注入されにくい砂質地盤、ヘアクラック質風化岩盤等の注入により、基礎の浸透流に対する安全性を十分確保すること、ウォーターフロント開発に伴う石油タンク、天然ガスタンク等の可燃物貯蔵施設の築造あるいは基礎の補修において細砂地盤の注入によって地盤を恒久的に固化して地震時の液状化防止を図ること、石油ガス、天然ガス等の地下備蓄、中～高レベルの放射性廃棄物の地層処分等、大深度地下等の開発に伴うグラウチングにおいて、大きな上載荷重を受け開口幅や間隙が極めて小さい岩盤の注入によって地山あるいは天然バリアの遮水性の改良あるいは維持を図ること、ことができる。

【0081】請求項8によれば、地盤中に注入するに当たり、高分散化低粘性超微粒子スラリーの粘度分布又は浸透性を管理するので、高分散化低粘性超微粒子スラリーの出来上がり性状を判定することができ、常に粘度分布又は浸透性を有する高分散化低粘性超微粒子スラリーを注入することができる。

【0082】請求項9によれば、最初に試料を充填層に充填して試料の乾燥密度、浸透速度および透水係数を求

め、次に、使用するグラウトスラリーの浸透試験を同様に行うことによって、浸透試験を行うことができる。

【0083】また、請求項9の浸透試験器は、凝集粒子の粒度分析装置に代わるものとして安価で実用的な装置である。これにより簡易に迅速に浸透性を測り、スラリーの出来上がり性状を判定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項8に係る高分散化低粘性超微粒子スラリーを用いた地盤注入方法の一実施例を示す説明図である。

【図2】請求項9に係る浸透試験器の概要図である。

【図3】図2の浸透試験器の筒体を示す分解図である。

【図4】図2の浸透試験器のふるいと有孔板との関係を示す分解図である。

【図5】図2の浸透試験器の有孔板付きロッドにおける有孔板を示す斜視図である。

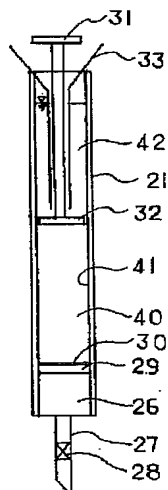
【図6】請求項1ないし5の高分散化低粘性超微粒子スラリーの製造方法の概要を示す説明である。

【符号の説明】

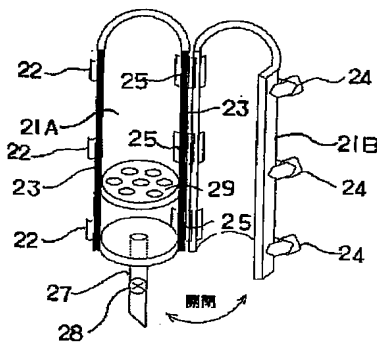
- 1 シリカフェーム
- 2 消石灰
- 3 分散剤
- 4 水
- 5 解砕機
- 6 浸透試験器
- 7 粘度測定器

- * 8 スラリー貯留槽
- 9, 12 アジテータ
- 10 エア圧送
- 11 ポンプ圧送
- 13 グラウトポンプ
- 14 注入孔
- 15 極低流量加圧装置
- 16 電磁流量計リターン部
- 17 記録部
- 10 18 データ処理装置
- 21 筒体
- 21A, 21B 2つ割部材
- 22 パチン錠の受け部
- 23 パッキング
- 24 パチン錠の掛け部
- 25 蝶番
- 26 底部
- 27 排出管
- 28 弁
- 20 29, 32 有孔板
- 30 ふるい
- 31 有孔板付きロッド
- 33 ロート
- 40 試料
- 41 充填層
- * 42 被試験体

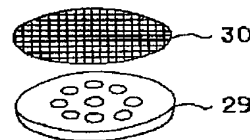
【図2】



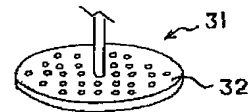
【図3】



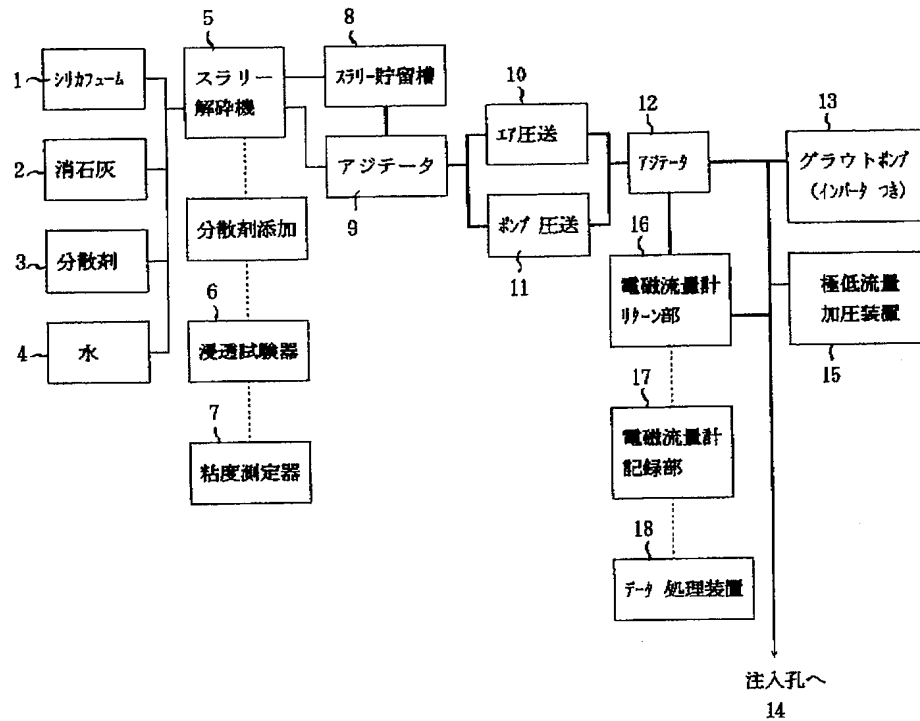
【図4】



【図5】



材料調査 解 砕 スラリー貯留 スラリー搬送 アジテート 注 入
粒度・粘性管理 制御・データ処理



【図 6】

(イ) <単体スラリー>

ケース 1)

消石灰 (粉体) + 水 + 分散剤 (前添加) + 解砕攪拌 + 分散剤 (後添加) + 解砕攪拌
 ⇒ 高分散化低粘性消石灰超微粒子スラリースラリー A

ケース 2)

シリカフューム (粉体) + 水 + 分散剤 (前添加) + 解砕攪拌 + 分散剤 (後添加) +
 解砕攪拌 ⇒ 高分散化低粘性シリカフューム超微粒子スラリースラリー B

(ロ) <混合スラリー>

ケース 1)

スラリー A + スラリー B + 解砕攪拌 + 分散剤 (前添加) + 解砕攪拌 + 分散剤 (後添加)
 + 解砕攪拌 ⇒ 高分散化低粘性超微粒子混合スラリー

ケース 2)

スラリー A + シリカフューム (粉体) + 水 + 分散剤 (前添加) + 解砕攪拌 + 分散剤 (後
 添加) + 解砕攪拌 ⇒ 高分散化低粘性超微粒子混合スラリー

ケース 3)

スラリー B + 消石灰 (粉体) + 解砕攪拌 + 分散剤 (後添加) + 解砕攪拌
 ⇒ 高分散化低粘性超微粒子混合スラリー

ケース 4)

消石灰 (粉体) + シリカフューム (粉体) + 水 + 分散剤 (前添加) + 解砕攪拌 + 分散剤
 (後添加) + 解砕攪拌 ⇒ 高分散化低粘性超微粒子混合スラリー

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

C 0 9 K 17/10

E 0 2 D 3/12

// C 0 9 K 103:00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

P

1 0 1

(72) 発明者 松井 健一

神奈川県大和市下鶴間2570番地 4 西松建
 設株式会社技術研究所内

(72) 発明者 原田 耕司

神奈川県大和市下鶴間2570番地 4 西松建
 設株式会社技術研究所内